

## Fuel tank for fuel cell system, with means of making volume of fuel cavity dependent on its internal pressure

**Patent number:** DE19913977 (A1)

**Publication date:** 2000-09-28

**Inventor(s):** HERDEG WOLFGANG [DE]; KLOS HOLGER [DE]; SATTLER MARTIN [DE]; WILHELM HANS-DIETER [DE]; HABRICH JUERGEN [DE]; ECK KARL [DE]; ZAPP THOMAS [DE]; KEUTZ MARKUS [DE] +

**Applicant(s):** MANNESMANN AG [DE] +

**Classification:**


- international: *F04B9/06; B60K1/04; F04B9/123; F04B43/02; H01M8/04; H01M8/06; F04B9/02; B60K1/04; F04B9/00; F04B43/02; H01M8/04; H01M8/06; (IPC1-7): B60K15/03*


- european: H01M8/04C6B


**Application number:** DE19991013977 19990318

**Priority number(s):** DE19991013977 19990318

**Also published as:**

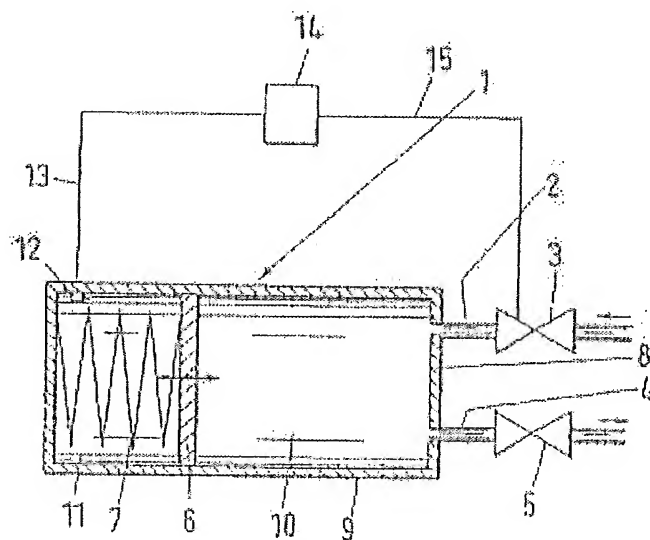
 DE19913977 (C2)

 US6610433 (B1)

 JP2000314376 (A)

### Abstract of DE 19913977 (A1)

The fuel tank has a means of altering the volume of the fuel cavity, depending on the internal pressure in the cavity. The cavity may be in the form of a cylindrical or prismatic hollow body, in which a movable partition (6) can be moved along the internal wall (9) by means of a spring (7). The partition is sealed.





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 199 13 977 A 1**

51 Int. Cl.7:  
B 60 K 15/03

21 Aktenzeichen: 199 13 977.6  
22 Anmeldetag: 18. 3. 1999  
43 Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 13 977 A 1

71 Anmelder:  
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE  
74 Vertreter:  
P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

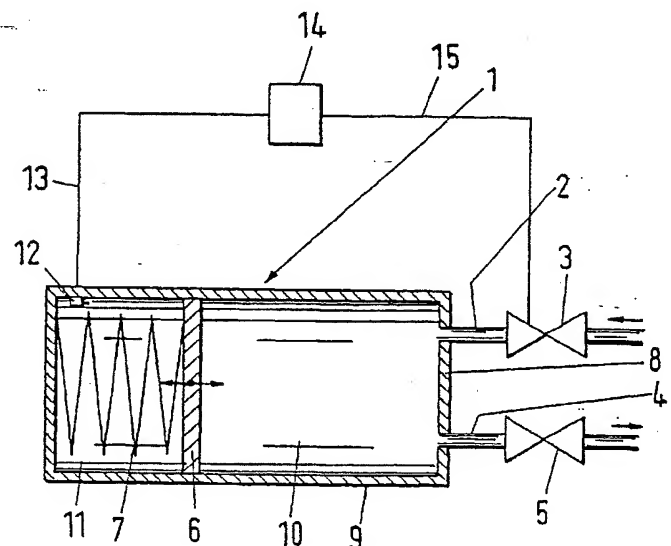
72 Erfinder:  
Herdeg, Wolfgang, Dr.rer.nat., 72141  
Walddorfhäslach, DE; Klos, Holger, Dr., 81541  
München, DE; Sattler, Martin, Dipl.-Ing., 97486  
Königsberg, DE; Wilhelm, Hans-Dieter, Dipl.-Ing.,  
61267 Neu-Anspach, DE; Habrich, Jürgen,  
Dipl.-Ing., 63512 Hainburg, DE; Eck, Karl, Dipl.-Ing.,  
60318 Frankfurt, DE; Zapp, Thomas, Dr.-Ing., 44265  
Dortmund, DE; Keutz, Markus, Dipl.-Ing., 64380  
Roßdorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffbehälter

57 Die Erfindung stellt einen Kraftstoffbehälter, insbesondere für Brennstoffzellensysteme, bereit, der durch einen Mechanismus ohne Pumpe o. ä. Kraftstoff in ein System einspeisen kann. Erreicht wird dies durch einen erfindungsgemäßen Kraftstoffbehälter mit einem Kraftstoffhohlraum variabler Größe und einem Mittel zum Zusammendrücken des Kraftstoffhohlraums. Vorzugsweise ist der Kraftstoffhohlraum (10) von einer zylinderförmigen Innenwand (9) des Kraftstoffbehälters (1), einer kreisförmigen Endfläche (8) des Kraftstoffbehälters (1) und einer kreisförmigen, verschiebbaren Zwischenwand (6) umgrenzt, wobei die Zwischenwand (6) durch eine Feder (7) im wesentlichen in Richtung des Kraftstoffhohlraums (10) gedrückt ist und mit der zylinderförmigen Innenwand (9) formschlüssig ist. Eine Zuführung und eine Abführung ermöglichen das Einbinden in eine Kraftstoffleitung. Das System umfasst des weiteren eine Steuerung und ein Verfahren für dessen Kraftstoffbehälter, der dadurch zu folgenden Betriebszuständen befähigt wird: A. Brennstoffzellensystem wird eingeschaltet: Abführungsventil (5) offen, Zuführungsventil (3) zu; B. Brennstoffzellensystem arbeitet: Abführungsventil (5) offen, Zuführungsventil (3) offen; C. Brennstoffzellensystem wird abgeschaltet: Abführungsventil (5) zu, Zuführungsventil (3) offen; und D. Brennstoffzellensystem ist aus, Kraftstoffhohlraum ist voll: Abführungsventil (5) zu, Zuführungsventil (3) zu.

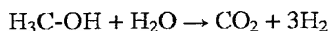


DE 199 13 977 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kraftstoffbehälter sowie ein Steuerungssystem und ein Verfahren zum Steuern des Kraftstoffbehälters, insbesondere eines Kraftstoffbehälters für ein Brennstoffzellensystem.

Brennstoffzellen, bei denen Wasserstoff mit Sauerstoff auf katalytischem Wege zu Wasser umgesetzt wird, wobei elektrische Energie freigesetzt wird, gewinnen für unterschiedlichste Einsatzzwecke an Bedeutung. Es steht unmittelbar elektrische Energie zur Verfügung, ohne das ein Umweg über einen kraftstoffbetriebenen Motor und einen Stromgenerator nötig wäre. Zudem setzt die Reaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff lediglich Wasser, hingegen keinerlei Schadstoffe frei, so daß sich der Brennstoffzellenprozeß besonders gut bei Anwendungen eignet, bei denen keine Schadstoffe freigesetzt werden sollen. Derzeitige Anwendungsbereiche sind in der Raumfahrt, der Automobiltechnik und der mobilen Stromversorgung zu sehen. Immer weitreichendere gesetzliche Forderungen nach Verminderung des Schadstoffausstoßes lassen die Brennstoffzellentechnik gerade für automobilen Anwendungen zunehmend interessant erscheinen.

Derzeit wird insbesondere der Einsatz zweier Technologien bei der Bereitstellung des nötigen Wasserstoffs erwogen. Zum einen ist dies die direkte Verwendung molekularen Wasserstoffs, der in speziellen Kraftstoffbehältern unter Druck oder gekühlt vorgehalten und über eine Zuführung der Brennstoffzelle zugeführt wird. Zum anderen ist dies die Verwendung von Hydrocarbonen, die in einer Vorstufe oder während der Wasserstoff/Sauerstoff-Katalyse den notwendigen Wasserstoff freisetzen. Solche Hydrocarbone sind z. B. Methan (CH<sub>4</sub>) oder Methanol (H<sub>3</sub>C-OH), da diese den höchsten Anteil an Wasserstoff pro Kohlenstoffatom aufweisen. Methanol reagiert unter geeigneten, katalytischen Bedingungen mit Wasser unter Freisetzung von Wasserstoff:



Wie ersichtlich, ist bei Verwendung von Methanol die Ausbeute an Wasserstoff besonders hoch. Für diesen katalytischen Schritt wird Prozeßwasser benötigt, das dem Methanol vor der Katalyse zugefügt werden muß. Es wird dabei ein Volumenverhältnis von Methanol zu Wasser von 60 zu 40% (Frostbeständigkeit bis -40°C) angestrebt. Ein Überschuß an Wasser schadet der Reformierung von Methanol zu Wasserstoff nicht. Ein Mangel an Wasser kann hingegen dazu führen, daß statt Kohlendioxid Kohlenmonoxid entsteht, welches wiederum die eigentliche Brennstoffzellenreaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff dann beeinträchtigt, daß der Katalysator vergiftet wird.

Da bei der Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff (2H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → 2H<sub>2</sub>O) in der Brennstoffzelle Wasser entsteht, bietet es sich an, dieses Wasser für das Mischen mit Methanol zu verwenden, so daß keine voluminösen Wassertanks benötigt werden. Beim Starten des Prozesses steht hingegen noch kein Wasser zur Verfügung, da dieses erst durch Katalyse gewonnen werden muß. Somit ist es notwendig, einen gewissen Vorrat an Wasser vorzuhalten, mit dem der Prozeß gestartet werden kann. Bei mobilen Anwendungen von Brennstoffzellen, beispielsweise ihrem Einsatz in Automobilen, muß berücksichtigt werden, daß auch bei Temperaturen bis zu -40°C das Prozeßwasser zur Verfügung stellbar sein muß und daher nicht einfrieren darf. Sinnvollerweise erreicht man dies, indem man das Wasser bereits unmittelbar nach seiner Bildung in der Brennstoffzelle mit seinem späteren Reaktanten Methanol mischt und danach in einem Zwischenspeicher zwischenlagert. Hierbei trat jedoch das

Problem auf, daß für diesen Zwischenspeicher wiederum eine eigene Pumpe nötig geworden wäre, um beim Anlaufen des Prozesses das Wasser/Methanol-Gemisch dem Prozeß zuzuführen. Eine weitere Pumpe erhöht die Kosten und ist eine potentielle Fehlerquelle.

Die vorliegende Erfindung hat daher die Aufgabe, einen Kraftstoffbehälter bereitzustellen, der kraftstoffverbrauchende Systeme ohne eine Pumpe, zumindest über einen kürzeren Zeitraum, mit Kraftstoff versorgen kann. Ferner sollen ein Steuerungssystem sowie ein Verfahren zur Steuerung eines Kraftstoffbehälters und eine Verwendung des Kraftstoffbehälters vorgeschlagen werden.

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Kraftstoffbehälter gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1, ein Steuerungssystem zur Steuerung des Kraftstoffbehälters gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 10, und ein Verfahren zur Steuerung des Kraftstoffbehälters gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 11. Die Erfindung ist weiterhin gerichtet auf die Verwendung des erfindungsgemäßen Kraftstoffbehälters in einem Brennstoffzellensystem.

Die Erfindung stellt einen Kraftstoffbehälter bereit, bei dem ohne Pumpe, mit Hilfe eines im oder am Kraftstoffbehälter angeordneten Mechanismus der Kraftstoff aus dem Behälter herausgedrückt werden kann.

Demgemäß ist die Erfindung zunächst gerichtet auf einen mit einer Zu- und Ableitung verbundenen Kraftstoffbehälter mit einem Kraftstoffhohlraum variabler Größe und einem Mittel zum Zusammendrücken des Kraftstoffhohlraums in Abhängigkeit von dessen Innendruck.

Bevorzugterweise ist der Kraftstoffhohlraum in einem als Zylinder oder Prisma ausgebildeten Hohlkörper ausgebildet, in welchem eine mittels einer Feder entlang der Innenwandung des Hohlkörpers abgedichtet verschiebbare Zwischenwand angeordnet ist. Dabei wird der Kraftstoffhohlraum beispielsweise von einer zylinderförmigen Innenwandung des Kraftstoffbehälters, einer kreisförmigen Endfläche des Kraftstoffbehälters und einer kreisförmigen, verschiebbaren Zwischenwand umgrenzt, wobei die Zwischenwand durch eine Feder im wesentlichen in Richtung des Kraftstoffhohlraums gedrückt wird und mit der zylinderförmigen Innenwandung formschlüssig ist. Durch den Druck der Feder auf die Zwischenwand kann der Kraftstoff aus dem Kraftstoffhohlraum herausgedrückt werden.

In einer alternativen, besonders bevorzugten Ausführungsform ist der Kraftstoffhohlraum von einer Innenwandung des Kraftstoffbehälters und einer als elastische Membran ausgebildeten Zwischenwand umgrenzt. Die der Membran immanente Elastizität erzeugt den notwendigen Druck, um den Kraftstoff aus dem Kraftstoffhohlraum herausdrücken zu können.

Weiterhin kann der Kraftstoffbehälter eine separate Zuführung zum Zuführen von Kraftstoff in den Kraftstoffhohlraum und/oder eine separate Abführung zum Abführen von Kraftstoff aus dem Kraftstoffhohlraum aufweisen. Es ist allerdings auch möglich, daß lediglich eine Leitung zum Kraftstoffhohlraum vorgesehen ist, über die sowohl das Zuführen als auch das Abführen von Kraftstoff erfolgt.

In der Zuführung kann ein Zuführungsventil angeordnet sein, welches auch als Rückschlagventil ausgebildet sein kann. Ebenso kann in der Abführung ein Abführungsventil angeordnet sein, wobei es möglich ist, daß das Abführungsventil zugleich ein Druckreduzierer ist. Bevorzugterweise wird als Abführungsventil ein elektrisch betätigtes Ventil eingesetzt, welches im spannungslosen Zustand geschlossen ist.

In einem weiteren Aspekt ist die Erfindung auf ein Steuerungssystem für den Kraftstoffbehälter mit einem Zuführungsventil in einer Zuführung und einem Abführungsventil

in einer Abführung gerichtet, wobei der Kraftstoffbehälter in einem Brennstoffzellensystem angeordnet ist und das Steuerungssystem zumindest in Abhängigkeit von folgenden Betriebszuständen den Kraftstoffbehälter wie folgt steuert:

- A. Brennstoffzellensystem wird eingeschaltet: Abführungsventil wird geöffnet, Zuführungsventil wird geschlossen gehalten;
- B. Brennstoffzellensystem arbeitet: Abführungsventil und Zuführungsventil werden offen gehalten;
- C. Brennstoffzellensystem wird abgeschaltet: Abführungsventil wird geschlossen und Zuführungsventil wird offen gehalten; und
- D. Brennstoffzellensystem ist aus, Kraftstoffhohlraum ist voll: Abführungsventil und Zuführungsventil werden geschlossen gehalten.

Des weiteren umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung des Kraftstoffbehälters mit einem Zuführungsventil in einer Zuführung und einem Abführungsventil in einer Abführung, wobei der Kraftstoffbehälter in einem Brennstoffzellensystem angeordnet ist und der Kraftstoffbehälter zumindest in Abhängigkeit von folgenden Betriebszuständen wie folgt gesteuert wird:

- A. Brennstoffzellensystem wird eingeschaltet: Abführungsventil wird geöffnet, Zuführungsventil wird geschlossen gehalten;
- B. Brennstoffzellensystem arbeitet: Abführungsventil und Zuführungsventil werden offen gehalten;
- C. Brennstoffzellensystem wird abgeschaltet: Abführungsventil wird geschlossen und Zuführungsventil wird offen gehalten; und
- D. Brennstoffzellensystem ist aus, Kraftstoffhohlraum ist voll: Abführungsventil und Zuführungsventil werden geschlossen gehalten.

Schließlich ist die Erfindung auch auf die Verwendung des erfindungsgemäßen Kraftstoffbehälters in einem Brennstoffzellensystem, insbesondere in einem Brennstoffzellensystem für einen Fahrzeugantrieb gerichtet, wobei diese Verwendung jedoch nicht als limitierend zu verstehen ist. Vielmehr lässt sich der erfindungsgemäße Kraftstoffbehälter vorteilhaft auch in anderen Antriebs- und Energieerzeugungssystemen einsetzen, sofern eine nicht pumpengetriebene Kraftstoffversorgung wünschenswert ist. In Flugzeugen der allgemeinen Luftfahrt wird beispielsweise als Notfallsystem zumeist eine elektrische Kraftstoffpumpe verwendet, die den Motor auch nach einem Defekt an der Hauptpumpe noch mit Kraftstoff versorgen kann. Diese Pumpe ist jedoch von der Funktionsfähigkeit des elektrischen Systemes abhängig. Durch Verwendung eines Kraftstoffbehälters gemäß der Erfindung in einer geeigneten Größe ließe sich jedoch ein rein mechanisch wirkendes Back-Up-System realisieren, daß den Motor zumindest über einige Minuten, beispielsweise bei der Durchführung einer Notlandung, funktionsfähig erhielte.

Bei Verwendung in einem Brennstoffzellensystem reicht der variable Kraftstoffhohlraum in seiner maximalen Volumenausdehnung vorteilhaft aus, die Kraftstoffversorgung für die Aufheizphase des Brennstoffzellensystems zu gewährleisten. Eine mögliche Größe für den Kraftstoffhohlraum liegt zwischen 0,1 und 10 l, vorzugsweise zwischen 0,1 und 5 l, und besonders bevorzugt zwischen 0,2 und 1 l. Auch größere Kraftstoffhöhlräume sind vorstellbar, wenn ein entsprechender Kraftstoffbedarf gegeben ist.

Im folgenden wird die vorliegende Erfindung auf exem-

plarische Weise anhand von Ausführungsbeispielen im einzelnen beschrieben werden, wobei auf die beigelegten Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen folgendes dargestellt ist.

**Fig. 1** zeigt im Querschnitt eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein zylinderförmiger Kraftstoffbehälter verwendet wird.

**Fig. 2** zeigt im Querschnitt eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein halbkugelförmiger oder halblinsenförmiger Kraftstoffbehälter verwendet wird.

Die vorliegende Erfindung löst die Aufgabe, eine Kraftstoffzufuhr ohne eine Pumpe zu ermöglichen. Das Grundprinzip der Erfindung liegt darin, einen Kraftstoffbehälter vorzuschlagen, bei dem der Kraftstoff mechanisch durch einen im Kraftstoffbehälter angeordneten Mechanismus aus dem Kraftstoffbehälter herausgedrückt wird. Für die Erzeugung des dafür notwendigen Druckes auf den Kraftstoff stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. So ist es beispielsweise möglich, mittels Federkraft oder der Spannung einer elastischen Membran oder auch durch ein komprimiertes Gaskissen, den notwendigen Druck auf den Kraftstoff auszuüben.

**Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der eine Feder den Druck erzeugt. Am zylinderförmigen Kraftstoffbehälter 1 ist eine Zuführung 2 mit einem Rückschlagventil 3 und eine Abführung 4 mit einem Druckregler/-reduzierer 5 angeordnet, die der Zuführung und Entnahme von Kraftstoff dienen. Die zylinderförmige Innenwandung 9 des Kraftstoffbehälters 1, eine seiner Stirnseiten 8, und eine verschiebbare Zwischenwand 6 bilden einen Kraftstoffhohlraum 10, der der Aufnahme des Kraftstoffs dient. Die Zwischenwand 6 ist mit der zylinderförmigen Innenwandung 9 formschlüssig ausgeführt, um eine Abdichtung des Kraftstoffhohlraumes 10 gegenüber dem Restraum 11 des Kraftstoffbehälters 1 zu gewährleisten. Die Formschlüssigkeit kann durch eine Dichtung erreicht oder verbessert werden, die am äußeren Umfang der Zwischenwand angebracht ist und gegen die zylinderförmige Innenwandung drückt.

Im Restraum 11 ist eine Feder 7 zwischen Zwischenwand 6 und der anderen Stirnfläche des Kraftstoffbehälters eingespannt. Diese Feder 7 übt einen Druck gegen den Kraftstoffhohlraum 10 aus.

An dem erfindungsgemäßen Kraftstoffbehälter 1 kann weiterhin eine Steuerung 14 vorgesehen sein, die den Füllungsgrad des Kraftstoffhohlraumes regelt. Dazu ist im Restraum 11 ein Sensor 12, beispielsweise ein Schalter, angeordnet, der ein Signal an die Steuerung 14 über eine Steuerleitung 13 abgibt, sobald die Zwischenwand 6 ihn berührt, wenn also der maximale Füllungsgrad des Kraftstoffhohlraumes 10 erreicht ist oder gerade erreicht wird. Die Steuerung 14 schließt daraufhin über Signalleitung 15 das Ventil 3, um den Kraftstofffluß zu unterbrechen.

In einer alternativen Ausführungsform wird ein Anschlag (nicht dargestellt) für die Zwischenwand 6 im Kraftstoffbehälter 1 angeordnet, der verhindert, daß die Feder über ein bestimmtes Maß hinaus zusammengedrückt wird. Wenn das maximale Volumen an Kraftstoff erreicht ist, schaltet die Steuerung 14, beispielsweise induziert durch einen Drucksensor, die Kraftstoffzufuhr ab.

Die Funktion des Ventils 3 kann in einer alternativen Ausführungsform auch von einer Pumpe wahrgenommen werden, welche den Kraftstoff zum erfindungsgemäßen Kraftstoffbehälter hinpumpt. In diesem Fall schaltet die Steuerung 14 die Pumpe ab, statt das Ventil 3 zu schließen, um den Kraftstofffluß zu unterbrechen.

Der Druckregler 5 ist vorzugsweise als elektrisch betätigtes Ventil ausgelegt, welches in spannungslosem Zustand geschlossen ist. Dadurch kann erreicht werden, daß der

Kraftstoff bei Stromausfall oder wenn das Gesamtsystem, beispielsweise ein Brennstoffzellensystem, abgeschaltet wird, zuverlässig im Kraftstoffhohlraum verbleibt und nicht hinausgelangen kann. Der Druckregler ist optional gleichzeitig als Druckreduzierer ausgelegt. Auf diese Weise kann ein höherer Druck im Kraftstoffhohlraum 10, gerade beim Beginn des Entleerungsvorgangs, so reduziert werden, daß er in Übereinstimmung mit den notwendigen Druckverhältnissen im flußabwärts gelegenen Teil des Systems ist und über den gesamten Entleerungsvorgang im wesentlichen konstant bleibt.

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der ein halbkugel- oder halblinsenförmiger Kraftstoffbehälter 1 verwendet wird, in dessen Innerem eine Membran 20 eingesetzt ist, die einen Kraftstoffhohlraum 10 von einem Restraum 11 abteilt. Die Membran ist an ihrem gesamten Umfang mit dem Kraftstoffbehälter dicht verbunden, so daß die Stirnseite 21 des Kraftstoffbehälters 1 und die Membran 20 einen hermetischen Kraftstoffhohlraum 10 bilden können. Beim Einfüllen von Kraftstoff in diesen Kraftstoffhohlraum 10 wölbt sich die Membran 20 zunehmend auf, bis schließlich durch den Gegendruck der Membran 20 oder beim Anschlagen der Membran 20 an die halbkugelförmige oder halblinsenförmige Aussenwand des Kraftstoffbehälters der maximale Füllungsgrad des Kraftstoffhohlraumes erreicht ist. Ein Füllungsgradsensor 12 kann hier verzichtbar sein, da anders als bei der Feder in der Ausführungsform der Fig. 1 kein Schaden durch eine zu starke Kompression zu erwarten ist. Vielmehr wird sich die Membran einfach an die Innenseite der Aussenwand anschmiegen, sofern eine Hinterlüftung auf der Rückseite der Membran vorgesehen ist. Der Druck auf die Kraftstofffüllung wird dabei ausschließlich durch die Federkraft der Membran erzeugt. Wenn allerdings keine Hinterlüftung der Membran vorgesehen wird, baut sich mit zunehmender Kraftstofffüllung ein Luftdruckpolster auf, das den Druck für die Kompression des Kraftstoffhohlraums liefert. Die Membran selbst braucht in diesem Fall keine starken Federkräfte aufzubringen.

Der Kraftstoffbehälter durchläuft in einem Zyklus verschiedene Betriebszustände, die im folgenden erläutert werden sollen. Im "Ausgangs"-zustand ist der Kraftstoffhohlraum 10 auf sein Minimum zusammengedrückt, im Extremfall ist er nicht mehr vorhanden, wenn sich die Zwischenwand 6 direkt an die Frontseite 8 andrückt bzw. die Membran 20 auf der Seite 21 direkt aufliegt. Der leere Kraftstoffhohlraum 10 wird, beispielsweise beim Abschalten eines mit ihm verbundenen Brennstoffzellensystems, zunächst mit Kraftstoff gefüllt. Dies geschieht, indem das Ventil 3 geöffnet wird, während der Druckregulierer 5 geschlossen ist. Der Druck des aus der Zuführung 2 strömenden Kraftstoffes expandiert nunmehr den Kraftstoffhohlraum 10, bis sich entweder ein Druckgleichgewicht zwischen Flüssigkeit und z. B. der Feder 7 bzw. der Membran 20 einstellt oder der Sensor 12 den maximalen Füllungsgrad des Kraftstoffhohlraumes 10 feststellt. Im letzteren Fall wird das Ventil 3 geschlossen. Da es vorzugsweise als ein Rückschlagventil ausgeführt ist, ist ein Schliessen in solchen Fällen sogar überflüssig. Das Rückschlagventil gewährleistet zuverlässig, daß kein Kraftstoff mehr aus dem Kraftstoffhohlraum 10 in die Zuführung 2 zurückgelangen kann.

Wenn der im Kraftstoffhohlraum befindliche Kraftstoff benötigt wird, beispielsweise beim Starten eines Brennstoffzellenprozesses, wird das Druckreglerventil 5 geöffnet. Der in der Feder 7, durch die Membran 20 oder sonstwie aufgebaute Druck gegen den Kraftstoff treibt diesen aus dem Kraftstoffhohlraum 10 durch die Abführung 4 zum zu versorgenden System. Mit zunehmender Verkleinerung des

Kraftstoffhohlraumes 10 sinkt der auf den Kraftstoff ausgeübte Druck.

Wenn der erfindungsgemäße Kraftstoffbehälter 1 in die Hauptkraftstoffleitung eingegliedert ist, wird nunmehr das Ventil 3 geöffnet, so daß neuer Kraftstoff von der Zuführung 2 in den Kraftstoffhohlraum 10 einströmen kann, von dort aber sofort weiter in die Abführung 4 fließt, so daß der Restkraftstoffhohlraum 10 lediglich noch als ein Teil der Kraftstoffleitung fungiert. Ist das Ventil 3 als Rückschlagventil ausgeführt, muß es gar nicht durch eine separate Ansteuerung geöffnet werden, da es sich beim Nachlassen des Druckes im Kraftstoffhohlraum 10 unter dem in der Kraftstoffleitung bzw. der Zuführung 2 anliegenden Druck automatisch wieder öffnet.

Beim Abschalten des Systems oder wenn generell der Kraftstoffbehälter wieder mit Kraftstoff befüllt werden soll, werden wiederum die oben beschriebenen Schritte des Befüllens durchgeführt. Bei einer Verwendung in Brennstoffzellensystemen erfolgt diese Wiederbefüllung beim Herunterfahren des Systems, bevor dieses gänzlich abgeschaltet wird. Erst wenn der Kraftstoffbehälter 1 wieder gefüllt ist, werden in diesem Fall auch die Kraftstoffpumpen abgeschaltet. Nach Abschalten des Systems bleibt der Druckregler 5 vorzugsweise bautechnisch bedingt geschlossen, genauso wie das Rückschlagventil 3.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Kraftstoffbehälter
- 2 Zuführung
- 3 Rückschlagventil
- 4 Abführung
- 5 Druckregler
- 6 Zwischenwand
- 7 Feder
- 8 Stirnseite
- 9 Innenwandung
- 10 Kraftstoffhohlraum
- 11 Restraum
- 12 Sensor
- 13 Steuerleitung
- 14 Steuerung
- 15 Signalleitung
- 20 Membran
- 21 Stirnseite

#### Patentansprüche

1. Kraftstoffbehälter mit einem Kraftstoffhohlraum, der mit einer Zu- und Ableitung verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kraftstoffbehälter ein Mittel aufweist, welches das Volumen des Kraftstoffhohlraums abhängig von dessen Innendruck verändert.
2. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffhohlraum (10) als zylindrischer oder prismatischer Hohlkörper ausgebildet ist, in welchem eine mittels einer Feder (7) entlang der Innenwandung (9) des Hohlkörpers abgedichtet verschiebbare Zwischenwand (6) angeordnet ist.
3. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffhohlraum (10) von einer Innenwandung (21) des Kraftstoffbehälters (1) und einer elastischen Membran (20) umgrenzt ist.
4. Kraftstoffbehälter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung (2) und die Abführung (4) körperlich getrennt voneinander ausgeführt sind.
5. Kraftstoffbehälter gemäß einem der Ansprüche 1

- bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführung (2) durch ein Zuführungsventil (3) sperrbar ist.
6. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Zuführungsventil (3) ein Rückschlagventil ist. 5
7. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Abführung (4) durch ein Abführungsventil (5) sperrbar ist.
8. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Abführungsventil (5) zugleich 10 ein Druckreduzierer ist.
9. Kraftstoffbehälter gemäß Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Abführungsventil (5) elektrisch betätigbar und im spannungslosen Zustand geschlossen ist. 15
10. Steuerungssystem für den Kraftstoffbehälter gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einem Zuführungsventil (3) in einer Zuführung (2) und einem Abführungsventil (5) in einer Abführung (4), dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffbehälter (1) in einem 20 Brennstoffzellensystem angeordnet ist und daß das Steuerungssystem zumindest in Abhängigkeit von folgenden Betriebszuständen den Kraftstoffbehälter (1) wie folgt steuert:
- A) Brennstoffzellensystem wird eingeschaltet: 25 Abführungsventil (5) wird geöffnet, Zuführungsventil (3) wird geschlossen gehalten,
  - B) Brennstoffzellensystem arbeitet: Abführungsventil (5) und Zuführungsventil (3) werden offen gehalten; 30
  - C) Brennstoffzellensystem wird abgeschaltet: Abführungsventil (5) wird geschlossen, Zuführungsventil (3) wird offen gehalten; und
  - D) Brennstoffzellensystem ist aus, Kraftstoffhohlraum ist voll: Abführungsventil (5) und Zu- 35 führungsventil (3) werden geschlossen gehalten.
11. Verfahren zur Steuerung des Kraftstoffbehälters gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 mit einem Zuführungsventil (3) in einer Zuführung (2) und einem Abführungsventil (5) in einer Abführung (3), wobei der 40 Kraftstoffbehälter (1) in einem Brennstoffzellensystem angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffbehälter (1) zumindest in Abhängigkeit von folgenden Betriebszuständen wie folgt gesteuert wird:
- A) Brennstoffzellensystem wird eingeschaltet: 45 Abführungsventil (5) wird geöffnet, Zuführungsventil (3) wird geschlossen gehalten,
  - B) Brennstoffzellensystem arbeitet: Abführungsventil (5) und Zuführungsventil (3) werden offengehalten; 50
  - C) Brennstoffzellensystem wird abgeschaltet: Abführungsventil (5) wird geschlossen, Zuführungsventil (3) wird offen gehalten; und
  - D) Brennstoffzellensystem ist aus, Kraftstoffhohlraum ist voll: Abführungsventil (5) und Zu- 55 führungsventil (3) werden geschlossen gehalten.
12. Verwendung des Kraftstoffbehälters gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 in einem Brennstoffzellensystem, insbesondere in einem Brennstoffzellensystem für einen Fahrzeugsantrieb. 60
13. Verwendung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der variable Kraftstoffhohlraum (10) in seiner maximalen Volumenausdehnung ausreicht, die Kraftstoffversorgung für die Aufheizphase des Brennstoffzellensystems zu gewährleisten. 65

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

Fig. 1

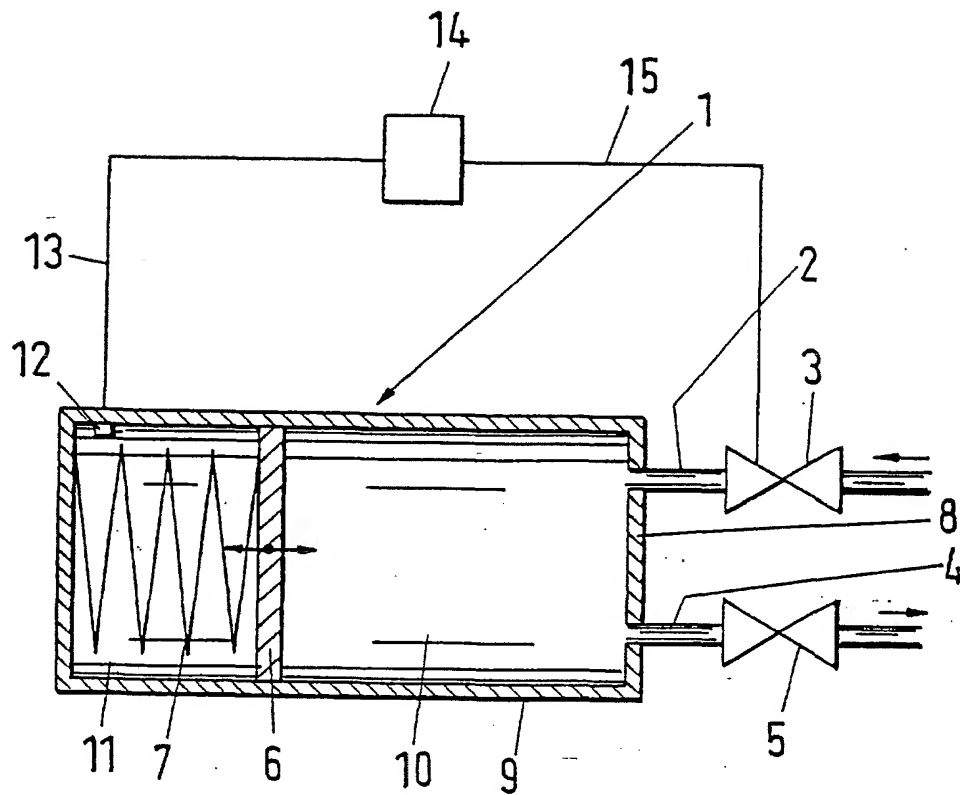




Fig. 2

